

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 99.508

N° 1.515.450

Classification internationale :

F 04 d

Compresseur centrifuge à plusieurs étages axiaux et radiaux.

Société dite : GUTEHOFFNUNGSHÜTTE STERKRADE AKTIENGESELLSCHAFT résidant en République Fédérale d'Allemagne.

Demandé le 20 mars 1967, à 15^h 29^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 22 janvier 1968.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 9 du 1^{er} mars 1968.)

Pour les compresseurs centrifuges, on connaît tant un mode de construction purement axiale qu'un mode de construction purement radiale. La construction axiale a en général, en particulier pour les grandes puissances, un rendement relativement plus élevé, qui se manifeste principalement dans la gamme de charges partielles, à l'aide d'un réglage des aubes directrices. Au contraire, pour des raisons techniques, la construction axiale convient moins pour un refroidissement intermédiaire, de sorte qu'un nombre d'étages de grandeur correspondante est nécessaire pour des conditions de pression plus élevée. Dans le type de construction radiale, c'est l'inverse qui se produit ; il a généralement un rendement relativement faible notamment dans la gamme de charges partielles parce que la régulation usuelle à cet effet du moment giratoire exige l'incorporation de roues directrices particulières devant les rotors. Un refroidissement intermédiaire peut par contre être prévu sans difficultés particulières dans les compresseurs radiaux.

En outre, abstraction faite de l'utilisation d'aubes comportant une partie d'entrée avec écoulement axial et une partie de sortie avec écoulement radial, on a déjà disposé des aubes axiales et des aubes radiales en commun dans un compresseur à plusieurs étages. Les étages axiaux sont alors généralement montés en avant d'un ou plusieurs étages radiaux.

Son comportement sous des conditions de service différentes est très important pour les bons résultats pratiques d'un tel compresseur axial-radial combiné. C'est pourquoi l'invention a pour but d'apporter une solution avantageuse principalement pour les compresseurs qui, malgré une vitesse de rotation de service constante par suite d'une commande à moteur électrique, doivent avoir non seulement un rendement total élevé, mais aussi une consommation d'énergie la plus avantageuse possible en charges partielles, c'est-à-

dire pour un débit de, par exemple, 70 % d'un débit normal à pleines charges.

Pour résoudre ce problème, il ne suffit pas encore de l'équipement également connu en soi des étages axiaux par des aubes directrices réglables et leur réglage uniforme au moyen d'une timonerie de manœuvre commune. L'invention réside au contraire dans le fait que dans le cas d'aubes directrices réglables des étages axiaux, les leviers intermédiaires de la timonerie de manœuvre présentent des longueurs différentes, de sorte que les angles de réglage décroissent en continu depuis le premier étage pour chaque étage subséquent réglé, à savoir au moins approximativement, en ce sens que pour un arrêt total de tous ces étages, on obtient également pour chaque étage individuel une élévation de pression nulle.

Il est apparu particulièrement avantageux de n'équiper sous ce rapport qu'une partie des étages axiaux d'aubes directrices réglables et de prévoir, entre ces aubes et l'étage ou les étages radiaux montés à la suite, au moins un étage axial à aubes directrices fixes.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus peuvent être complétées par d'autres particularités qui se rapportent à une disposition différente dans l'espace des étages axiaux et des étages radiaux. Ainsi, plusieurs étages axiaux peuvent être disposés comme partie de basse pression et plusieurs étages radiaux montés à la suite comme partie de haute pression sur un arbre commun en installant d'une façon connue en soi chaque fois un réfrigérant entre deux étages radiaux voisins. Au lieu de la disposition qui précède, deux groupes d'étages, dont chacun comprend de préférence plusieurs étages axiaux et un étage radial monté à leur suite, peuvent être disposés en vue d'un écoulement axial dans des directions opposées, de sorte que les étages axiaux d'entrée des deux groupes se trouvent extérieurement à côté des pellers des arbres

8 210123 7

[1.515.450]

- 2 -

et leurs étages radiaux de sortie sont juxtaposés intérieurement. On peut alors monter avantageusement un réfrigérant entre les deux groupes d'étages axiaux et radiaux combinés.

En rapport avec le mode de constitution mentionné en dernier lieu, pour des rapports de compression particulièrement grands (s'élevant jusqu'à 10 ou dépassant même cette valeur), on peut en outre monter à la suite du second groupe d'étages axiaux et radiaux combinés, en intercalant un second réfrigérant, un étage radial individuel qui est disposé de préférence en porte-à-faux sur l'extrémité d'arbre opposée au moteur de commande.

Des formes de réalisation sont représentées, en partie schématiquement, à titre d'exemples non limitatifs, aux dessins annexés.

En ce qui concerne l'exemple de réalisation suivant la fig. 1, il s'agit d'un compresseur comportant une partie de basse pression 1 composée de quatre étages axiaux et une partie de haute pression 2 montée à la suite de la précédente et composée de trois étages radiaux. Tous les étages axiaux et radiaux sont disposés dans un boîtier commun 3 et sur un arbre commun 4 entre deux paliers de support 5 et 6 de cet arbre. Le dernier étage radial a une entrée de direction opposée à celles des deux autres étages radiaux et des étages axiaux, de manière à compenser au moins partiellement la poussée axiale. Eventuellement, on peut disposer avec une inversion correspondante un plus grand nombre d'étages radiaux, mais à l'exception du premier dont l'entrée, pour des raisons techniques concernant l'écoulement, se trouve de préférence juste en face de la sortie du dernier étage axial.

Un réfrigérant intermédiaire est disposé entre chaque fois deux étages radiaux voisins. Dans le cas présent, il y a donc au total deux réfrigérants intermédiaires qui sont avantageusement disposés, d'une façon connue en soi, symétriquement par rapport aux deux côtés du compresseur et qui ne sont donc pas visibles dans la représentation en coupe longitudinale.

Les aubes directrices des étages axiaux peuvent être réglées, au sens de l'invention, à l'aide d'une timonerie de manœuvre 7 commune. Les détails d'un tel dispositif de réglage connu en soi sont donnés à plus grande échelle à la fig. 2. Comme caractéristique particulière, les leviers intermédiaires 12 à 15 aboutissant aux aubes directrices des étages axiaux individuels 8 à 11 réglés ont des longueurs différentes, à savoir le levier intermédiaire 12 du premier étage axial 8 est le plus court et le levier intermédiaire de chaque étage axial réglé suivant est un peu plus long. De cette façon, malgré l'actionnement commun de

toutes les aubes directrices en question, on obtient des angles de réglage différents dans les étages successifs, à savoir l'angle relativement le plus grand dans le premier étage 8 et l'angle relativement le plus petit dans le dernier étage 11. Comme des essais l'ont démontré, il est avantageux de choisir les angles de réglage inégaux, de manière qu'une élévation de pression totale réduite de tous les étages axiaux réglés soit répartie entre les étages individuels au sens d'une élévation de pression individuelle augmentant constamment et que l'élévation de pression de chaque étage individuel soit nulle pour une élévation de pression totale égale à zéro.

Avec un tel réglage, les étages axiaux considérés, en tenant compte de leurs longueurs d'aubes différentes, sont totalement ou très largement mis hors circuit, de sorte que le fluide à comprimer, dans le cas de charges partielles, n'est essentiellement pas gêné par ces étages et peut s'écouler avec une très faible consommation d'énergie, comparative à la régulation du moment giratoire dans le cas d'étages radiaux.

Dans l'exemple représenté à la fig. 2, on a prévu, derrière les étages axiaux réglés 8 à 11, encore un étage axial non réglé 16.

Dans le cas d'une autre réalisation suivant la fig. 3, on a disposé également sur un arbre 19 entraîné par un moteur 17 par l'intermédiaire d'un embrayage 18, deux groupes d'étages 20, 21 entre deux paliers d'arbre 22, 23. Un groupe d'étages 20 comprend cinq étages axiaux montés l'un derrière l'autre et un étage radial subséquent, l'autre groupe d'étages 21 comportant quatre étages axiaux et un étage radial monté à la suite. Les deux groupes d'étages sont situés l'un par rapport à l'autre de telle façon que les étages axiaux d'entrée se trouvent extérieurement à côté des paliers d'arbre et que les étages radiaux se trouvent intérieurement côte à côte. De cette façon, on obtient, non seulement une compensation très grande de la poussée axiale, mais aussi une différence de pression relativement faible et par conséquent facile à compenser tant sur les deux presse-étoupe extérieurs à côté des paliers d'arbre que sur le presse-étoupe intérieur entre les deux étages radiaux.

Entre les deux groupes d'étages 20 et 21, on a disposé en outre, un réfrigérant 24 qui est adapté sur le boîtier de compresseur non représenté ou qui peut aussi être installé séparément de celui-ci. Par la fort refroidissement intermédiaire, le volume du fluide de travail préalablement comprimé est réduit en conséquence depuis la sortie de l'étage radial du premier groupe d'étages 20 jusqu'à l'entrée du premier étage axial du second groupe d'étages 21.

La forme de réalisation suivant la fig. 4, qui diffère encore quelque peu, comprend, en plus de toutes les pièces constitutives, portant les mêmes repères, de la forme de réalisation décrite précédemment suivant la fig. 3, un autre étage radial 25 qui se trouve en porte-à-faux sur une extrémité de l'arbre 19 à l'extérieur du palier d'arbre 23 et qui est monté à la suite du second groupe d'étages 21. On a disposé, en outre, entre l'étage radial de sortie du second groupe d'étages 21 et l'étage radial supplémentaire 25, un second réfrigérant 26. Par cette réalisation, on peut obtenir, en conservant tous les autres avantages d'un mode de constitution conforme à l'invention, un rapport de compression total encore plus grand par rapport au cas précédent.

Les étages axiaux sont également équipés, dans les exemples de réalisation des fig. 3 et 4, au moins en partie d'aubes directrices réglables, de sorte qu'on peut obtenir une bonne adaptation à des conditions de service modifiées.

La fig. 5 est un graphique illustrant la caractéristique de fonctionnement (courbe a) pour le pourcentage d'élévation de pression d'un compresseur centrifuge en fonction du volume aspiré. A la fig. 6, on compare un compresseur radial refroidi avec régulation du moment giratoire dans les premiers étages et un compresseur radial-axial à aubes directrices réglables dans la partie axiale suivant l'invention par leur consommation d'énergie % à l'intérieur de la même gamme entre environ 70 % et 110 % du volume d'aspiration normal à pleine charge (100 %). Comme le montrent les courbes mesurées et calculées pour deux compresseurs à la même pression finale, à savoir la courbe b pour le compresseur purement radial et la courbe c pour le compresseur axial-radial combiné, le compresseur conforme à l'invention a une consommation d'énergie relativement plus faible d'une façon générale; cette différence est particulièrement grande dans la gamme de charge partielle.

RÉSUMÉ

Compresseur centrifuge à plusieurs étages pour assez grands rapports de compression, en particulier pour une vitesse de rotation de fonctionnement constante, avec refroidissement intermédiaire, dans lequel des étages axiaux

sont montés devant au moins un étage radial et des aubes directrices réglables à timonerie de manœuvre commune sont prévues dans la zone des étages axiaux, remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons :

1° Dans le cas d'aubes directrices réglables des étages axiaux 8, 11, les leviers intermédiaires 12, 15 de la timonerie de manœuvre présentent des longueurs différentes, de sorte que les angles de réglage décroissent en continu depuis le premier étage 8 pour chaque étage 9, 11 subséquent réglé, à savoir au moins approximativement, en ce sens que pour un arrêt total de tous ces étages, on obtient également pour chaque étage individuel une élévation de pression nulle ;

2° Une partie seulement des étages axiaux est équipée d'aubes directrices réglables et on prévoit entre ces aubes et l'étage ou les étages radiaux montés à la suite, au moins un étage axial à aubes directrices fixes ;

3° Plusieurs étages axiaux sont disposés comme partie de basse pression et plusieurs étages radiaux montés à la suite comme partie de haute pression sur un arbre commun en installant d'une façon connue en soi chaque fois un réfrigérant entre deux étages radiaux voisins ;

4° Deux groupes d'étages, dont chacun comprend de préférence plusieurs étages axiaux et un étage radial monté à leur suite sont disposés en vue d'un écoulement axial dans des directions opposées, de sorte que les étages axiaux d'entrée des deux groupes se trouvent extérieurement à côté des paliers des arbres et leurs étages radiaux de sortie sont juxtaposés intérieurement ;

5° Un réfrigérant 24 est installé entre les deux groupes d'étages axiaux-radiaux 20, 21 combinés ;

6° On monte en outre à la suite du second groupe d'étages axiaux et radiaux combinés, en intercalant un second réfrigérant, un étage radial individuel qui est disposé de préférence en porte-à-faux sur l'extrémité d'arbre opposée au moteur de commande.

Société dite : GUTHOFENUNGSHÜTTE
STERKRADE AKTIENGESELLSCHAFT

Par procuration :

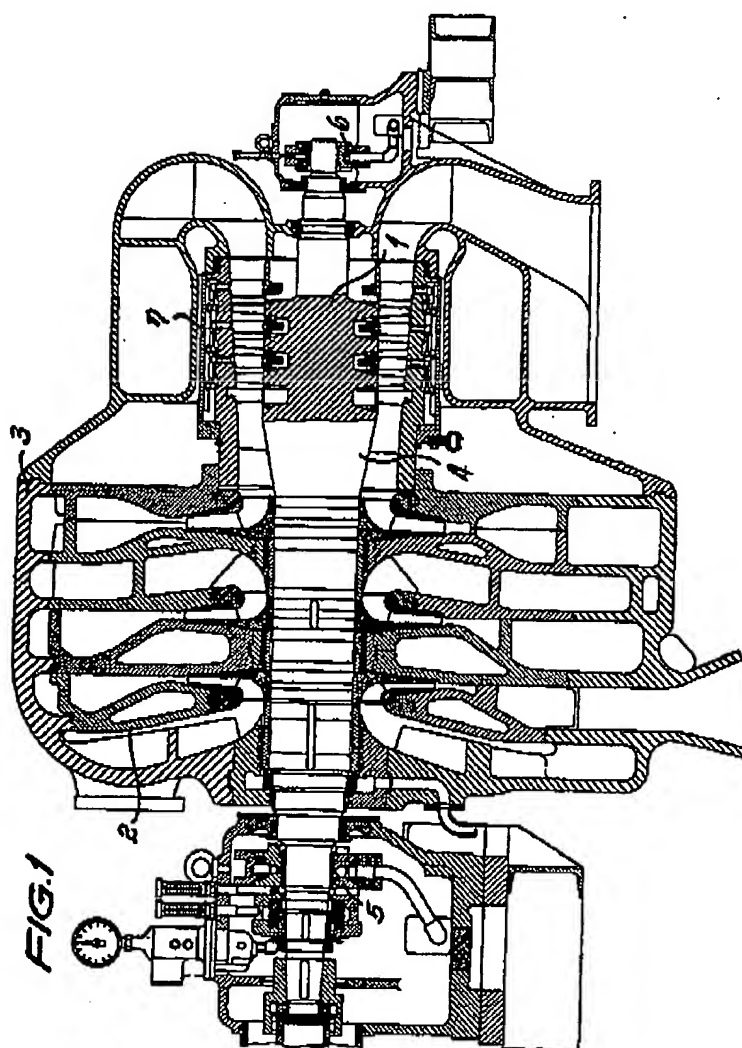
Cabinet MADEUF

N° 1.515.450

Société dite :

4 planches. - PL I

Gutehoffnungshütte Sterkrade Aktiengesellschaft

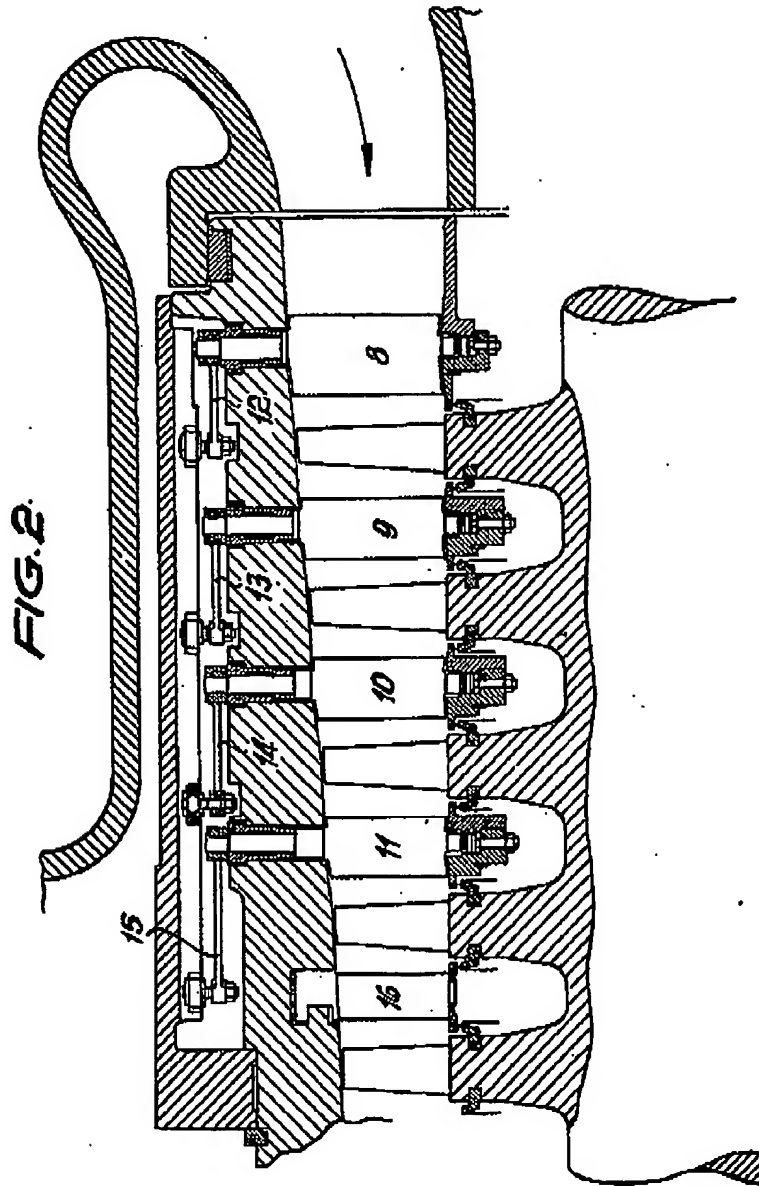


N° 1.515.450

Société dite:

4 planches. - Pl. II

Gutshofnungshütte Sterkrade Aktiengesellschaft



N° 1.515.450

Société dite :

4 planches. - Pl. III

Gutehoffnungshütte Stedraße Aktiengesellschaft

FIG.3

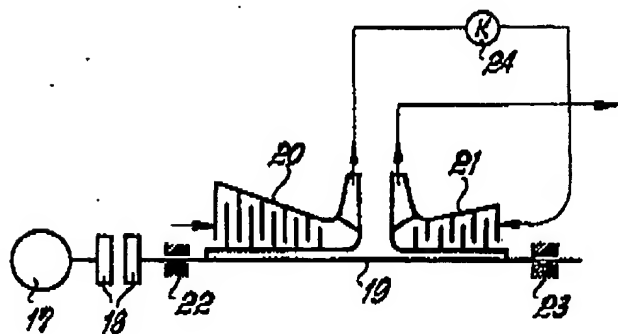
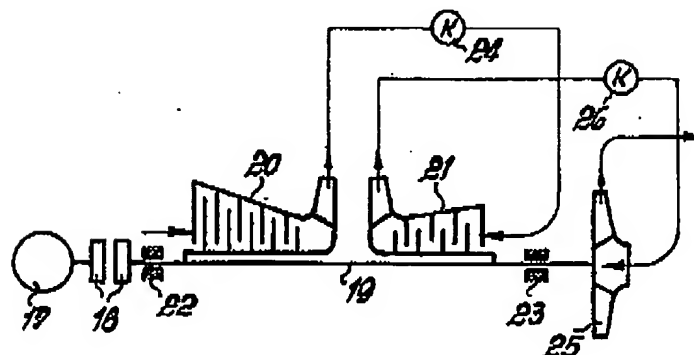


FIG.4



N° 1.515.450

Société dite :

4 planches. - PL IV

Gutehoffnungshütte Sterkrade Aktiengesellschaft

